

Из асимптотического решения уравнения (5) следует, что в фазовой плоскости существует устойчивый предельный цикл, анализ которого позволяет выбрать параметры LRC – колебательного контура. Температура позистора при прохождении переменного тока является основной рабочей характеристикой и в точной постановке определяется в [6].

Литература.

1. Минкин С.Б., Шашков А.Г. Позисторы / М.: Энергия, 1973.
2. Полупроводники на основе титаната бария. / Пер. с яп. М.: Энергия, 1982.
3. Материалы для изготовления позисторов / Андреев Ю.В., Лейкина Б.Б., Текстер-Проскуракова и др. / Электронная промышленность / 1986. №5. с. 67-69.
4. Кустов Т.В. Разработка технологии материалов и позисторов на их основе для защиты от электрических перегрузок // Автореф. дис. на соиск. уч. ст. к.т.н. СПб.: СПб. гос. электротехн. ун-т им. В.И. Ульянова-Ленина. 1997. 15с.
5. Шут В.Н., Гаврилов А.В. Температурные напряжения в терморезисторе // И.Ф.Ж. 2009. Т.82. №5. с. 981-983.
6. Богомольный В.М. Преобразователи информации / М.: МГУС. 2003.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ПНЕВМОКЛАПАНА БОЛЬШОГО РАСХОДА ГАЗА В КОНСТРУКЦИИ SMART AIRBAG

Булович С.В., Виколайнен В.Э., Гончарова Е.Ю., Григорьев В.В., Петров Р.Л. (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, СПбГПУ);
Исаков С.Н., Юркин С.В. (ООО НПП «ИСТА»);

Первую подушку безопасности для автомобиля в 1953 году запатентовал американский инженер Джон Хэттрик. Ее наполнение производилось при помощи сжатого воздуха из баллона. С тех пор практически на всех серийных автомобилях устанавливается от 2 до 6 подушек безопасности. При этом постоянно совершенствуются как отдельные элементы, так и концепция устройства в целом. Например, запатентованы подушки безопасности для аварийной посадки вертолета в режиме авторотации, на железнодорожном транспорте, препятствующие опрокидыванию цистерн.

Перечислим наиболее существенные недостатки в современных конструкциях подушек безопасности. В первую очередь они связаны с применением в качестве газогенератора твердотопливных высокоэнергетических материалов. Во-первых, при использовании порохового заряда в качестве газогенератора трудно, даже при наличии компьютера в системе управления процесса наполнения газом подушки безопасности, обеспечить требуемый закон изменения давления в «мешке» в зависимости от времени. Это касается как стадии наполнения подушки безопасности, так и последующей стадии сброса давления. Известны случаи, когда срабатывание подушки безопасности причиняло больший ущерб пассажирам, чем последствия от экстренного торможения и деформации корпуса автомобиля. Во-вторых, использование для наполнения подушки безопасности продуктов горения приводит к нежелательному контакту открытых участков тела пассажиров с высокотемпературной средой. Наличие в газе, наполняющем подушку безопасности, дисперсионной фазы может приводить к серьезным ожогам.

В настоящее время выработана концепция так называемого «умного airbag». В зависимости от массы пассажира, положения его тела и информации с датчиков

измерения ускорения и деформации деталей корпуса реализуется, под управлением компьютера, тот или иной сценарий наполнения подушки безопасности. В современных конструкциях этот вариант обеспечивается использованием нескольких зарядов разной производительности, часть из которых может быть активирована в разные моменты времени, а часть не активирована вовсе. Снижение температуры газов, поступающих в «мешок», обеспечивается разными способами. Среди используемых вариантов можно выделить эжекционное подмешивание окружающего воздуха и применение фильтрующих элементов, снижающих температуру продуктов сгорания и, попутно, удаляющих нежелательные частицы конденсированной фракции.

В настоящей работе для осуществления регулируемого наполнения подушки безопасности предлагается использование высокочастотного быстродействующего пневматического клапана, рассчитанного на большой расход газа. Клапан может быть использован как в существующих системах с применением пороховых зарядов, так и в перспективных системах, использующих в качестве рабочего тела углекислоту при давлении свыше 60 атмосфер или гелий. В частности, в современной конструкции с применением порохового заряда, на стадии наполнения подушки безопасности, требуемый закон изменения давления от времени обеспечивается путем отвода избыточного газа, на стадии выпуска – за счет открытия большого выпускного отверстия. Отвод «лишнего» газа из магистрали, соединяющий газогенератор и подушку безопасности, в зависимости от сценария развития событий, может быть реализован как серия импульсов оптимальной длительности и скважности.

Описание конструкций быстродействующего клапана большого расхода газа и высокочастотного быстродействующего клапана на большого расхода газа приведены в [1, 2]. Частотные характеристики устройства, при прочих равных условиях, определяются габаритами устройства. В частности, установлено, что для клапана с проходным отверстием 40 мм максимальная частота составляет порядка 100 Гц, для пропускного отверстия 23 мм частота уверенного управления расходом газа через клапан возрастает до 200 Гц.

В настоящей работе исследовались расходные характеристики по истечению газа из ресивера при различной частоте срабатывания запорной аппаратуры. Были рассмотрены два варианта: непосредственное истечение газа из ресивера через запорную арматуру в атмосферу и истечение газа из системы, состоящей из ресивера, высокочастотного быстродействующего клапана и цилиндрической трубы, подсоединенной к клапану.

Параметры установки следующие. Объем ресивера – 25 л. Длина трубы – 4.5 м, диаметр трубы – 46 мм. Проходное сечение клапана 40 мм, время коммутации, т.е. перемещение колпака клапана с седла на направляющую или, наоборот, с направляющей на седло клапана составляло около 5 мс.

Рабочая среда – воздух. Начальное давление и температура газа в ресивере 200 КПа и 280 К. Давление и температура в атмосфере 100 КПа и 280 К.

Управление работой высокочастотного быстродействующего клапана осуществлялось при помощи компьютерной платы ЦАП L783 фирмы L-Card. Регистрирующая аппаратура состояла из тензодатчика давления, расположенного в ресивере, четырех пьезодатчиков давления, расположенных равномерно по длине трубы, и датчика теплового потока, расположенного в середине трубы. Регистрация электрических сигналов датчиков осуществлялась при помощи платы АЦП L783 вышеупомянутой фирмы.

Время работы платы ЦАП задавали равным 400 мс. Скважность импульсов была выбрана постоянной и равной двум, что позволило, вне зависимости от частоты, иметь время открытого и закрытого состояния клапана равными 200 мс.

На рис. 1 приведены зависимости изменения давления в ресивере и датчике, расположенном непосредственно за быстродействующим клапаном, на входе в трубу для частоты срабатывания запорной арматуры 16 Гц. На рис. 2 приведены зависимости изменения давления от времени в ресивере для трех вариантов частот: 2.5 Гц (квазистационарное истечение), 16 Гц и 20 Гц.

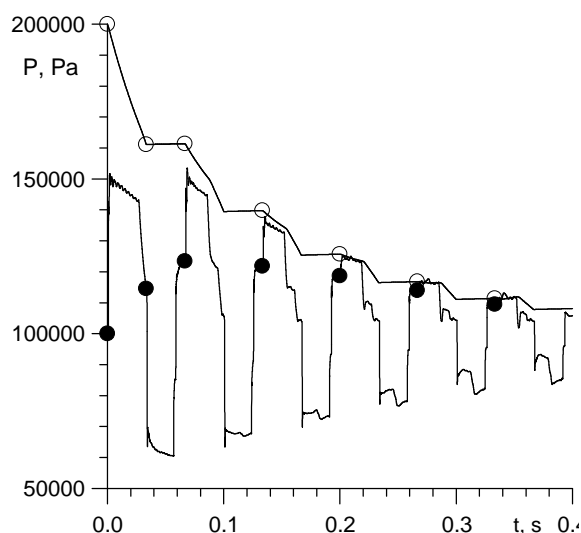


Рис. 1. Зависимость давления от времени в ресивере (○) и датчике за быстродействующим клапаном (●). Частота 16 Гц.

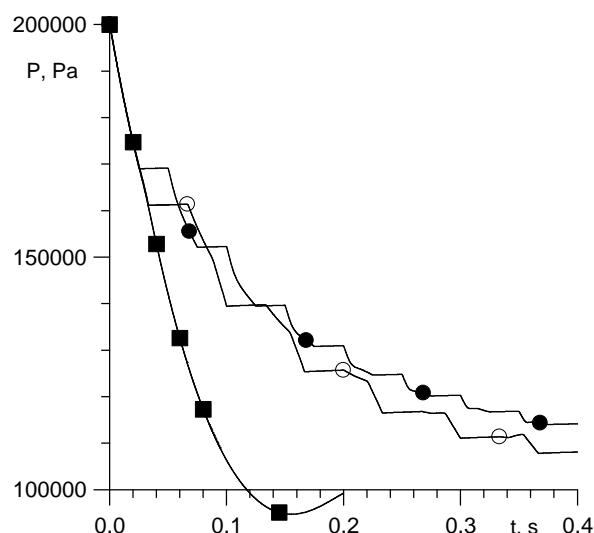


Рис. 2. Зависимость давления в ресивере от времени для частот 2.5 Гц (■) – квазистационарное истечение, 16 Гц (○) и 20 Гц (●).

Определение массы газа, покинувшей ресивер, было выполнено двумя способами. В первом варианте непосредственно по конечному значению давления в ресивере, в предположении, что нестационарное истечение газа из ресивера происходило в рамках адиабатического процесса. Второй вариант – «изотермический», включал в себя установление термодинамического равновесия между ресивером и окружающей средой. Это приводило к возрастанию температуры газа в ресивере до температуры окружающей среды, сопровождающейся увеличением давления. Относительная разница в оценке массы газа, покинувшей ресивер, по двум рассмотренным методам не превышала 5%.

На рис. 3 приведена зависимость относительной массы газа M , покинувшей ресивер, в зависимости от частоты срабатывания запорного элемента. На рис. 4 приведена зависимость относительной массы газа M , покинувшей систему, состоящую из ресивера, запорного элемента и цилиндрической трубы от частоты срабатывания запорного элемента.

Рис. 1 и рис. 2 иллюстрируют работу системы ресивер – запорный элемент – цилиндрическая труба. Приведенные графики демонстрирует ступенчатое изменение давления газа в ресивере, при этом при срабатывании запорного элемента в трубе возникают интенсивные бегущие волны сжатия и разрежения (падающие волны). Отражаясь в противофазе от открытого торца трубы (отраженные волны), они взаимодействуют с падающими волнами. Интерференция волн порождает ситуации, когда в момент открытия клапана в его окрестности находится область либо высокого, либо низкого давления газа. В случае высокого уровня давления газа в трубе в окрестности клапана расход газа через клапан меньше, чем в случае низкого давления.

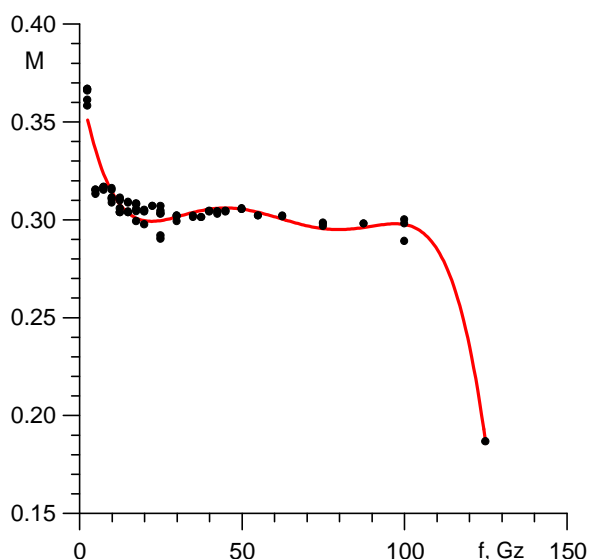


Рис. 3. Зависимость относительной массы газа, покинувшей ресивер, от частоты срабатывания высокочастотного быстродействующего клапана большого расхода газа.

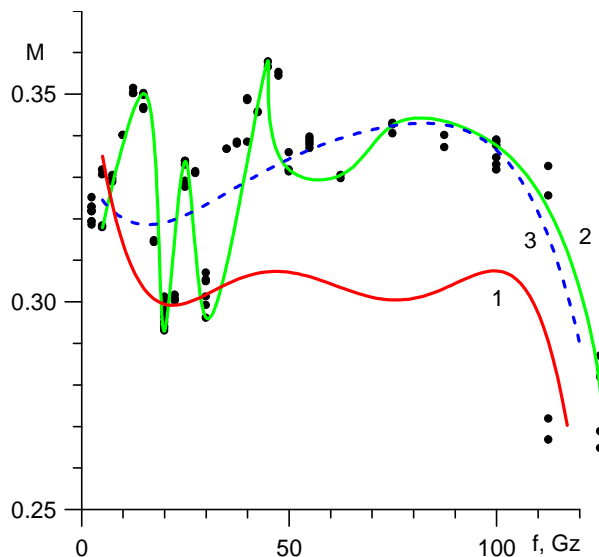


Рис. 4. Зависимость относительной массы газа, покинувшей систему состоящей из ресивера, запорного элемента и цилиндрической трубы, от частоты срабатывания высокочастотного быстродействующего клапана большого расхода газа.

В случае отсутствия трубы зависимость расхода газа через клапан от частоты невелика (рис. 3). Увеличение массы газа на частоте 2.5 Гц иллюстрирует режим квазистационарного истечения, резкое снижение расхода газа при частотах свыше 100 Гц свидетельствует о том, что колпак клапана не успевает полностью следовать управляющим импульсам.

На рис. 4 кривая 1, для наглядности, повторяет зависимость, приведенную на рис. 3; кривая 2 является огибающей для экспериментов по измерению относительной массы газа M покинувшей систему ресивер – запорный элемент – цилиндрическая труба; кривая 3 (штриховая линия) – некоторая кривая, сглаживающая зависимость 2. Отклонение кривой 2 от кривой 3 иллюстрирует влияние волновых процессов в трубе на пропускную способность системы. При этом при частотах 16, 25 и 47 Гц пропускная способность возрастает и превышает режим квазистационарного истечения. На частотах 20 и 30 Гц обнаружена минимальная пропускная способность системы.

Соотношение между кривой 3 и кривой 1 на рис. 4 демонстрирует нетривиальный факт, что при нестационарном волновом режиме течения газа в трубе пропускная способность системы выше, чем в случае простого нестационарного истечения из ресивера. Другими словами, присоединение трубы, т.е. формального увеличения гидравлического сопротивления системы, в случае нестационарного режима течения снижает гидравлическое сопротивление тракта.

Отчасти подобная ситуация возникает при т.н. настроенном выпуске, когда при выборе протяженности выпускного тракта исходят из волновых процессов в системе цилиндр двигателя – выпускной клапан – выхлопная труба.

Литература:

1. **Isakov S.N., Isakov I.N., Yurkin S.V.** USPTO, № 5,450,839, Pneumatic launcher.
2. **Isakov S.N., Yurkin S.V.** USPTO, № 7232152, Method of bringing to readiness an inflatable airbag of safety device, safety device for a vehicle, valve device.